

**Tesis Monográfica para optar al Título de
Ingeniero Eléctrico**

Título

**“Estudio de Auditoria eléctrica en el restaurante el colonial ubicado en
Rivas, para el uso eficiente de la energía eléctrica”.**

Autores:

- Br. Reynaldo Byron Dávila Gonzáles 2010-33558
- Br. Yader Domingo Dávila Esteban 2005-20247

Tutor:

Ing. Juan González Mena

Firma de Aceptación

Managua, Junio 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción	3
2. Antecedente	5
3. Objetivos del Estudio.....	6
3.1. Objetivo General	6
3.2 Objetivo Especifico	6
4. Justificación	7
5. Marco Teórico	8
5.1 Auditoria energética	8
5.2 Objetivos de la auditoria	8
5.3 Aceptaciones negativas	9
5.4 Producir más consumiendo lo mismo, o producir lo mismo, consumiendo menos energía.....	10
5.5 Tipos de auditoria.....	10
5.6 Administración de la energía	12
5.7 Sistemas eléctricos	13
5.8 Administración de la energía eléctrica	14
5.8.1 Control del consumo de energía eléctrica	14
5.8.2 Controles de Encendido y Apagado	14
5.8.3 Controladores Programables	15
5.8.4 Control de la demanda máxima.....	15
5.8.5 Control del factor de potencia.....	16
6. Hipótesis y Variable	18
7. Metodología y alcance del estudio.....	19
7.1 Programación de los recursos y el tiempo	19
7.2 Recopilar datos y recorrido por la planta	20
7.3 Toma de mediciones en campo	21
7.4 Analizar los datos	21
7.5 Elaboración de la cartera de proyectos	22
7.6 Elaborar el informe de la auditoría energética	23
8. Resultados de la auditoria eléctrica en el restaurante colonial.	23
8.1 Equipos que utilizan electricidad	23
8.2 Toma de datos en las instalaciones eléctricas	24
8.3 Consumo de Equipos según placa	29

8.4	Medición de consumo en los equipos	31
8.5	Análisis de resultados	33
A.	Mediciones de Fase	33
B.	Distribución de consumo.....	34
C.	Fallas detectadas	35
9.	Conclusiones y recomendaciones	36
A.	Conclusiones	36
B.	Recomendaciones	37
10.	Bibliografía	39

1. Introducción

La Auditoría Eléctrica es una herramienta que ayuda a reducir el consumo energético de los sistemas eléctricos y térmicos, y a su vez busca optimizar el desempeño de los mismos, evaluando sus parámetros de funcionamiento, sus consumos energéticos, la variación de la carga durante el periodo de trabajo, sus rendimientos, entre otros parámetros específicos de cada equipo en una instalación consumidora de energía como es el caso del restaurante el colonial ubicado en Rivas.

Actualmente la factura eléctrica del restaurante es de 10,294.0 Kwh al mes, con una máxima demanda de 25.51 KW, datos que representa el consumo promedio de los últimos 12 meses y se encuentra en el pliego Tarifario de Dis-Norte, Dis-sur en Tarifa General que se presenta a continuación en el siguiente cuadro de pliego tarifario del Instituto nicaragüense de energía INE.

GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA		
			0-150 kWh	4.6201	
			> 150 kWh	7.2112	
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.2274	
			kW de Demanda Máxima		622.8682

El estudio está orientado a que el restaurante tenga un panorama general de las medidas en eficiencia eléctrica y evalúen sus sistemas energéticos dentro de sus procesos productivos.

También permitirá determinar dónde y cómo se utiliza la energía. Se identifican los puntos del diagrama de proceso de mayor uso de energía haciendo resaltar aquellos donde esta se desperdicia y aquellos en donde es posible generar algún ahorro. Con el único objetivo de utilizarla racional, eficientemente y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además de incorporar una evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo de la energía de manera rentable sin afectar la cantidad y calidad de su producto.

Mediante la ejecución de esta auditoria eléctrica en el restaurante el colonial, se puede obtener información valiosa para el administrador de la energía, que le permitirá tomar las mejores decisiones para incrementar la eficiencia energética de los procesos, ya que ésta evalúa el desempeño de los equipos y sistemas consumidores de energía, mediante el análisis de sus parámetros de operación.

Además también presentara las principales áreas de oportunidad de ahorro de energía que se tienen en la empresa, persiguiendo con ello:

- Identificar las fuentes de energía que utiliza la empresa o institución.
- Monitorear y registrar los consumos de los recursos energéticos.
- Organizar y sistematizar la información.
- Identificar y poner en marcha proyectos para el uso eficiente de la energía en la empresa o institución.

Para finalizar el siguiente protocolo describe como se presentara el Informe final del estudio de tesis de auditoria eléctrica en el restaurante el colonial, empezando por la introducción donde se define que es una auditoria eléctrica y cuáles son sus alcances.

A continuación se encuentra los antecedentes relacionado con este tipo de estudio en el sector de PYME, además de la justificación del porque se necesario realizar este tipo de estudio en la industria.

Finalmente se definen los objetivos que se pretenden alcanzar con dicha auditoria, así como la metodología que se utilizara para la ejecución de la misma donde se identificarán las oportunidades de eficiencia energética que pueden ser aplicadas en la Mediana y Pequeña Empresa.

Cabe señalar que el tipo de auditoria a realizar en esta tesis es la Auditoria de Nivel I , la cual consiste de una visita de medio día o un día con el propósito de hacer un levantamiento muy general de la información

2. Antecedente

El esfuerzo de implementar “Auditoría eléctrica” (AE) en la industria inició alrededor de 1970, originado en primer lugar por la necesidad de reducir los costos de operación. A pesar que la energía es vital para muchos procesos, esto no es necesariamente un componente crítico de costos. Actualmente, la AE es vista de forma fragmentada debido a la ausencia de una metodología establecida.

Muy pocos practicantes de AE están preocupados por los resultados medioambientales de la aplicación de AE, aun cuando una parte de las opciones de AE pueden llevar a obtener beneficios medioambientales y estas no son vistas de forma relevante.

Para la AE la reducción de costos es la principal preocupación ya que favorecería de forma económica a las empresas, aun cuando estas opciones conlleven impactos negativos al medioambiente.

Según el Informe Mundial de Energía 2009 de la ONU, el aumento de la eficiencia energética y las tecnologías limpias permitirán que la cantidad de energía primaria requerida para un servicio dado pueda ser reducida, de forma rentable, entre un 25% hasta un 45% del consumo para los próximos 20 años en países en desarrollo.

Nicaragua al 2014 presentaba, la intensidad energética más alta de la región centroamericana: 3 BEP (Barriles equivalentes de petróleo), demandando más energía por cada mil dólares de Producto Interno Bruto (PIB) que la mayoría de los países vecinos con niveles de desarrollo similar.

3. Objetivos del Estudio

3.1. Objetivo General

- Realizar una estudio de auditoria eléctrica en el restaurante el colonial, que permita el uso eficiente de la energía eléctrica y visualizar las principales áreas de oportunidad de ahorro de energía.

3.2 Objetivo Especifico

- Verificar las oportunidades de ahorro de energía en el restaurante.
- Aplicar una metodología que nos permita llevar a cabo el estudio
- Reducir los costos en la facturación de energía.
- Realizar recomendaciones de alternativas de proyecto para el ahorro de la energía.

4. Justificación

La importancia del estudio se fundamenta en poder analizar las oportunidades de ahorro de energía eléctrica en el restaurante el colonial, es conveniente analizar la secuencia que sigue la energía eléctrica desde que se genera hasta que se consume.

Se pretende verificar en situ las mediciones de campo, como el voltaje, la corriente, consumo de potencia diario, mediciones del factor de potencia actual para confirmar los datos facilitado por la empresa.

Es importante destacar que esta experiencia impactara positivamente tanto en los estudiantes como en los docentes que desearan conocer y adentrarse en los estudios de auditoria eléctrica, ya que es uno de los ejes importantes de cualquier industria.

La metodología que se utilizará generará recomendaciones y lecciones aprendidas que pueden tomarse en la implementación de cualquier escenario de pequeña o mediana empresa.

Otro aspecto importante es que pocos practicantes de estudio de AE están preocupados por los resultados medioambientales de la aplicación de AE, aun cuando una parte de las opciones de AE pueden llevar a obtener beneficios medioambientales y estas no son vistas de forma relevante.

Para la AE la reducción de costos es la principal preocupación ya que favorecería de forma económica a las empresas, aun cuando estas opciones conlleven impactos negativos al medioambiente.

5. Marco Teórico

5.1 Auditoria energética

Una auditoria energética podría resumirse como el conjunto de acciones necesarias para realizar un diagnóstico del uso que una empresa le da a la energía en sus diferentes actividades productivas y administrativas.

Por lo tanto, el objetivo de una auditoria energética es el de recomendar acciones que permitan un uso más eficiente de la energía. No se trata necesariamente de consumir menos energía.

La auditoría energética se puede considerar como una de la etapas dentro de un Programa de Uso Eficiente de la Energía, en la cual se obtienen los conocimientos necesarios sobre una planta, instalación o proceso que permite expresar en forma cuantitativa sus características de operación, con el objetivo de formular acciones que resulten en la reducción de costos, mediante la utilización óptima de los recursos energéticos.

En la intención de implementar una auditoria energética dentro de un programa de conservación y ahorro de energía es aconsejable resaltar la importancia de que exista un equipo de trabajo dentro de la empresa que tenga bajo su responsabilidad el tema de la energía.

5.2 Objetivos de la auditoria

El objetivo de una auditoria es el de recomendar acciones para utilizar racionalmente la energía. No se trata de consumir menos energía.

La Auditoria Energética se puede considerar como una de las etapas dentro de un programa de uso racional de la energía, en la cual se obtienen los conocimientos necesarios sobre una planta, instalación o proceso, que permiten expresar en forma

cuantitativa sus características de operación, con el objeto de formular acciones que resulten en la reducción de costos, mediante la utilización óptima de los recursos energéticos.

5.3 Acepciones negativas

La palabra auditoria trae en muchas personas connotaciones del tipo de fiscalización, averiguación financiera e impositiva, inquisición policial, y en una palabra tiene un aire represivo. Es necesario presentar muy bien ante el personal de una instalación, en todos sus niveles, la verdadera y positiva naturaleza de la auditoria energética o técnica, que es el beneficio económico de la entidad.

Dentro de este contexto, se debe dejar en claro que el fin de este programa no es el de censurar a alguien, ni establecer que las cosas se estaban haciendo mal y que ahora si se van a enderezar, etc.

Otro aspecto importante es que el personal de operación se opone a cualquier acción que represente, aún remotamente, cualquier posibilidad de alterar la marcha continua, controlada o suave de su unidad.

El auditor debe aclarar que sus acciones se pueden realizar sin amenazar la rutina del proceso.

Algo esencial, especialmente si el auditor es externo, por ejemplo un consultor, es el de tener un alto grado de confidencialidad en el sentido de que tratará los datos y conocimientos sobre la entidad con total discreción.

Con todas las anteriores precauciones y cualesquiera otra que dicten las circunstancias, se busca lograr la indispensable colaboración de todo el personal, para poder obtener la información requerida.

5.4 Producir más consumiendo lo mismo, o producir lo mismo, consumiendo menos energía.

Además se debe tener en cuenta que la materia es energía, no sólo en el sentido físico del concepto, sino en que cada material o producto, representa la cantidad de energía que se requirió para obtenerlo, además de los costos de materia prima y de manufactura necesarios en su producción. De esta manera, evitar el desperdicio de materiales es parte integral de este objetivo.

Un beneficio colateral al de lograr un mejor uso de la energía es proteger el ambiente: la siguiente ecuación ha sido bien comprobada:

Energía contenida = energía aprovechada + contaminación

en un combustible

5.5 Tipos de auditoria

Existen varias designaciones para los diferentes tipos de auditorías según la profundidad del análisis, sin embargo lo más común en nuestro medio es la siguiente:

- a) Auditoria energética preliminar o de Nivel I
- b) Auditoria energética detallada o de Nivel II

La diferencia entre cada una, se da, básicamente en la magnitud del estudio que se hace, orientada especialmente para auditores externos a la empresa. La Auditoria de Nivel I consiste de una visita de medio día o un día con el propósito de hacer un levantamiento muy general de la información, en la cual se determine la necesidad de continuar con la de Nivel II.

	Auditorias Nivel I	Auditorias Nivel II
Objetivo:	Promover la conservación de energía.	Establecer un progreso. Completo de conservación de energía.
Tipo de estudio	Visita general a la planta identificación de oportunidades de cambio	Visita a planta , mediciones ,análisis de proceso, datos ,identificación y cuantificación oportunidades de cambio
TIEMPO	Visita a planta: ½ o 1 día	Visita a planta 1 a 2 semana
SEGUIMIENTO	4-6 meses después de entrega de informe	Reunión con comité de conservación de energía y seguimiento 4-6 meses después de entrega de informe
REPORTE	Introducción Descripción de la planta Datos de consumo de energía Oportunidades de cambio inmediatas Oportunidades de cambio potenciales Recomendaciones generales	Evaluación Sumario ejecutivo Plan de ejecución Descripción de la planta y proceso Perfil de consumo de energía Descripción de Oportunidades de cambio Recomendaciones generales y específicas Apéndice

En la intención de implementar una auditoria energética dentro de un programa de conservación y ahorro de energía es aconsejable resaltar la importancia del comité de energía. Si el auditor es de la planta, probablemente ya se formó el comité o está en el proceso de formación. Si el auditor es de afuera, es necesario que se forme un comité para llevar a cabo las oportunidades de cambio sugeridas por el auditor.

En ambos casos, un comité de energía es el punto clave del programa de energía ya que por medio de él se manifiesta el apoyo de la gerencia, dotando recursos, facilitando personal y coordinando entre divisiones de la planta para tratar el tema del ahorro de energía. Si no se cuenta con un comité en la planta, es muy importante y necesario iniciar su formación.

5.6 Administración de la energía

El establecimiento de un Sistema de Administración de la Energía es definido según La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), como la implementación de las medidas que optimizan el uso de la energía, mejorando (sin afectar) la operación el proceso o el confort de la instalación.

Para implementar programas en el ahorro y uso eficiente de la energía dentro de una empresa o institución, el primer paso consiste en lograr que el personal se involucre directamente en las iniciativas energéticas, sensibilizándolos en los beneficios del buen manejo de los recursos energéticos.

Una vez establecidas las bases para la implementación de un programa en eficiencia energética se propone realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de la energía en la empresa o una auditoria energética, tal como se muestra en la figura.



Diagrama de flujo de una auditoría energética

5.7 Sistemas eléctricos

La energía, especialmente la eléctrica, es un recurso con gran incidencia en los procesos productivos y en los actos cotidianos, íntimamente relacionado con el confort, la calidad de vida y el desarrollo económico.

Para poder analizar las oportunidades de ahorro de los equipos eléctricos en la industria, es conveniente analizar la secuencia que sigue la energía eléctrica desde que se genera hasta que se consume:

- En primer lugar los generadores eléctricos producen energía eléctrica en las centrales generadoras (térmica, hidroeléctrica, geotérmica y biomasa) produciendo potencias muy elevadas y por tanto grandes corrientes.
- Esta potencia es transformada en otra de mayor nivel de tensión y por lo tanto de menor corriente en las estaciones transformadoras, para minimizar las pérdidas en el transporte.
- Para el transporte de esta energía eléctrica hacia los centros de consumo se utilizan las redes de transporte para luego pasarla a las redes de distribución.
- Por último, a partir de estos puntos la tensión se reduce nuevamente a los valores necesarios por los elementos que vayan a conectarse a la red (clientes de media y baja tensión).

Las pérdidas energéticas se producen en todas las partes de una instalación eléctrica. Esto es, generación, transporte, distribución y consumo. Las empresas, para conseguir ahorros, pueden actuar tan sólo sobre su consumo eléctrico, por lo tanto, el ahorro de energía se centrará en los procesos de producción.

“La eficiencia de un sistema energético se define como el cociente entre la potencia de salida (que es igual a la potencia de entrada menos las pérdidas) y la potencia de entrada al sistema”.

5.8 Administración de la energía eléctrica

5.8.1 Control del consumo de energía eléctrica

Los estudios realizados han demostrado que reducir la operación innecesaria del equipo representa un potencial significativo de ahorro de energía eléctrica; es común encontrar luminarias encendidas sin necesidad, máquinas encendidas sin procesar producto, cuartos refrigerados con la puerta abierta, entre otros.

Actualmente, los dispositivos automáticos ofrecen tantas ventajas significativas a su contraparte humana; su confiabilidad es mucho mayor, ya que la fatiga, la falta de atención, mala actitud, incapacidad y otras características humanas no entran en juego.

La recopilación de información de energía eléctrica en una empresa nos ayuda a:

- Interpretar y controlar las variables energéticas
- Costeo Efectivo del producto
- Generación de indicadores de desempeño y evaluar:
- Eficiencia en los procesos
- Detección de Anomalías
- Nuevas tecnologías
- Reducción de picos de demanda
- Evaluación de proyectos de generación alterna de energía

5.8.2 Controles de Encendido y Apagado

Existe una variedad de dispositivos simples y de bajo costo, que usualmente controlan sólo una carga, se pueden clasificar dentro de esta categoría.

- Controles de tiempo, los tipos mecánicos y más recientemente los tipos electrónicos, controlan el encendido y apagado de equipo específico a tiempos preestablecidos durante un día o semana.

-
- Interlocks, pueden conectarse al cableado del equipo auxiliar de un equipo primario de manera que, por ejemplo, cuando se apaga una máquina de proceso, su ventilador, o iluminación o flujo de agua se suspende automáticamente.
 - Relevadores de foto-celda, empleados especialmente para sistemas de iluminación para encender en la oscuridad y apagar cuando la iluminación natural sea adecuada.
 - Equipo termostático, que puede tener diferentes puntos de referencia para ciertos períodos del día o de la noche, y pueden reducir el empleo de los equipos de calefacción o refrigeración.
 - Sensores infrarrojos de presencia, que perciben la presencia o ausencia humana y pueden apagar o encender la iluminación de un área o algún equipo.

5.8.3 Controladores Programables

Se emplean principalmente en equipos que tienen cargas cíclicas y sustituyen a los relevadores electromecánicos.

También son usados con frecuencia para controlar equipo individual con el método de Encendido/apagado o a una hora específica del día. Los equipos típicos disponibles controlan una variedad de puntos.

El tiempo de arranque o paro de cada punto puede controlarse individualmente o monitorearse.

5.8.4 Control de la demanda máxima

El control de demanda es la administración de las principales cargas eléctricas para reducir y establecer un límite máximo a la demanda (kW) durante ciertos períodos de tiempo.

Los cargos por demanda máxima representan un componente importante y apreciable de la factura eléctrica. Dependiendo del factor de carga de la planta, los cargos directos por demanda típicamente representan entre 15 % y el 30 % de la facturación.

5.8.5 Control del factor de potencia

El factor de potencia se define como el cociente entre la potencia activa o real (útil) y la potencia aparente. Trabajar con un factor de potencia bajo es caro e ineficiente. Las compañías eléctricas imponen recargos adicionales cuando una empresa opera con un factor de potencia inferior a 0.9.

Un bajo factor de potencia también reduce la capacidad eléctrica de distribución del sistema porque se incrementa la corriente, causando un aumento de las caídas de tensión.

Un bajo factor de potencia es causado por cargas inductivas tales como transformadores, motores eléctricos y lámparas fluorescentes. Son este tipo de elementos los que precisamente consumen la mayor parte de la energía en la industria.

Los principales beneficios que conlleva la mejora del factor de potencia son:

- Reducir la factura de la compañía eléctrica. Debido a las modificaciones realizadas en los equipos y a la eliminación de multas.
- Aumento de la capacidad de transmitir energía útil en el sistema eléctrico. Un factor de potencia incorrecto causará pérdidas de potencia en el sistema de distribución y provocará caídas de tensión lo que puede causar sobrecalentamiento y fallos prematuros en motores y otros equipos con carácter inductivo.

Algunas de las estrategias más utilizadas para corregir el factor de potencia son:

- Minimizar la operación de motores sin carga o con baja carga.
- Evitar que los equipos operen por encima de su tensión nominal.

- Sustituir los motores convencionales por motores de alta eficiencia. No obstante, aun los motores de alta eficiencia deben operarse a su capacidad óptima.
- Instalar banco de capacitores en el circuito de corriente alterna para disminuir la magnitud de la potencia reactiva.

A continuación, se presenta la tabla para el cálculo de la capacidad del banco de capacitores para mejorar el factor de potencia.

Cos φ	0.87	0.88	0.89	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
0.40	1.7246	1.7515	1.7790	1.8070	1.8357	1.8653	1.8961	1.9283	1.9626	1.9996	2.0407	2.0882	2.1488	2.2913
0.41	1.6579	1.6849	1.7123	1.7403	1.7690	1.7986	1.8294	1.8616	1.8959	1.9329	1.9740	2.0215	2.0821	2.2246
0.42	1.5940	1.6210	1.6485	1.6764	1.7052	1.7348	1.7655	1.7978	1.8321	1.8691	1.9101	1.9577	2.0183	2.1608
0.43	1.5329	1.5599	1.5873	1.6153	1.6440	1.6736	1.7044	1.7367	1.7709	1.8079	1.8490	1.8965	1.9571	2.0996
0.44	1.4742	1.5012	1.5286	1.5566	1.5853	1.6149	1.6457	1.6780	1.7122	1.7492	1.7903	1.8378	1.8984	2.0409
0.45	1.4178	1.4448	1.4722	1.5002	1.5289	1.5585	1.5893	1.6216	1.6558	1.6928	1.7339	1.7814	1.8420	1.9845
0.46	1.3635	1.3905	1.4179	1.4459	1.4746	1.5043	1.5350	1.5673	1.6016	1.6386	1.6796	1.7272	1.7878	1.9303
0.47	1.3113	1.3383	1.3657	1.3937	1.4224	1.4520	1.4828	1.5151	1.5493	1.5863	1.6274	1.6750	1.7355	1.8780
0.83	0.1053	0.1323	0.1597	0.1877	0.2164	0.2460	0.2768	0.3091	0.3433	0.3803	0.4214	0.4689	0.5295	0.6720
0.84	0.0792	0.1062	0.1336	0.1616	0.1903	0.2199	0.2507	0.2830	0.3173	0.3543	0.3953	0.4429	0.5034	0.6459
0.85	0.0530	0.0800	0.1074	0.1354	0.1641	0.1937	0.2245	0.2568	0.2911	0.3281	0.3691	0.4167	0.4773	0.6197
0.86	0.0266	0.0536	0.0810	0.1090	0.1378	0.1674	0.1981	0.2304	0.2647	0.3017	0.3427	0.3903	0.4509	0.5934
0.87	0.0000	0.0270	0.0544	0.0824	0.1111	0.1407	0.1715	0.2038	0.2380	0.2751	0.3161	0.3637	0.4242	0.5667
0.88	-0.0270	0.0000	0.0274	0.0554	0.0841	0.1137	0.1445	0.1768	0.2111	0.2481	0.2891	0.3367	0.3973	0.5397
0.89	-0.0544	-0.0274	0.0000	0.0280	0.0567	0.0863	0.1171	0.1494	0.1836	0.2206	0.2617	0.3093	0.3698	0.5123
0.90	-0.0824	-0.0554	-0.0280	0.0000	0.0287	0.0583	0.0891	0.1214	0.1556	0.1927	0.2337	0.2813	0.3418	0.4843

6. Hipótesis y Variable

Hipótesis

Se puede realizar una auditoria eléctrica en una pequeña o mediana empresa que permita visualizar las oportunidades de áreas de ahorro de energía en la misma.

Variables

1. Pertinencia de la Información.
2. Funcionalidad de la Información.
3. Adecuación de la Información.

7. Metodología y alcance del estudio

Se requiere asegurar que el proyecto empiece uniformemente y se proceda de manera eficiente, considerando estos pasos:

- Revisión de las prioridades para evaluación de la planta.
- Preparación de un itinerario detallado del proyecto basado en esas prioridades.
- Preparación de unas listas de revisión, cuestionarios y otras herramientas para recolección y proceso de los datos

El alcance del trabajo a realizar será:

- Toma de datos inicial
- Auditoría energética de cada una de las instalaciones eléctricas (Paneles de Distribución)
- Auditoría energética de cada uno de los aparatos consumidores de energía (Iluminación , refrigeración , aire acondicionado , producción ,)
- Análisis de resultados finales
- Elaboración de propuestas de actuación

A continuación se describen los pasos a seguir:

7.1 Programación de los recursos y el tiempo

La primera actividad a realizar es concentrar y revisar toda la información disponible de la planta, tal como:

- Nombre de la empresa.
- Rama industrial a la que pertenece y productos que elabora.
- Tamaño y edad de la planta.

-
- Localización de la planta.
 - Estructura administrativa, anotando el nombre y cargo de los principales directivos y las personas involucradas con el programa de ahorro de energía.
 - Horarios típicos de operación.
 - Líneas de producción y productos principales.
 - Consumos anuales de los energéticos utilizados por la planta.
 - Costos de los energéticos.

7.2 Recopilar datos y recorrido por la planta

El objetivo de este paso es el de reunir datos de todo aquello relacionado con el uso de la energía de la planta, tales como: historial de producción y consumo de energéticos, información recopilada como resultado de una inspección visual a toda la planta, programas de mantenimiento y levantamiento de datos de equipos consumidores de energía.

- **Historial de consumo y producción**
- **Inspección visual**
- **Análisis de los programas de operación y mantenimiento**
- **Registro de levantamiento de datos**

7.3 Toma de mediciones en campo

En esta actividad se realizarán las mediciones de los parámetros de operación de los equipos, con la finalidad de determinar la eficiencia energética de cada uno de ellos, así como con la finalidad de obtener información que permita proponer mejoras.

➤ **Mediciones a equipos consumidores de energía eléctrica**

- Iluminación
- Motores
- Aires acondicionados
- Equipos de bombeo
- Fugas de aire
- Sistemas de refrigeración

7.4 Analizar los datos

Una vez que la información ha sido recopilada en los pasos anteriores del estudio AE, la información deberá ser capturada y ordenada para proceder a su análisis, con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad de ahorro de energía que ofrezca la instalación.

Con la finalidad de identificar a los equipos y sistemas más intensivos en el consumo de energía, la primera actividad a realizar en esta etapa de la AE, es la realización de los balances de energía.

Por otra parte con la finalidad de asegurar que se están evaluando todas las medidas de ahorro posibles, es muy importante el contar con una lista de verificación de áreas de oportunidad de ahorro por tipo de aplicación.

- Elaboración de balances de energía
- Listas de medidas de ahorro de energía

7.5 Elaboración de la cartera de proyectos

Una vez que las oportunidades de ahorro de energía han sido identificadas y analizadas, se deberá realizar una cartera de proyectos, donde para cada una de las medidas de ahorro propuestas se presente la siguiente información:

- Número descripción de la medida
- Resumen que contiene:
 - Ahorro de Energía (kWh/año).
 - Emisiones evitadas de gases de efecto invernadero (tCO₂/año).
 - Ahorro económico (USD/año).
 - Inversiones necesarias (USD).
 - Periodo de Recuperación de la Inversión (años).
- Descripción de la situación actual. Breve descripción de la situación actual que de pie a la medida propuesta.
- Descripción de las acciones concretas a realizar para la implementación de la medida. Describir brevemente las acciones para implantar la medida.
- Cálculo de los ahorros. Describir los ahorros que se pretenden obtener al implantar esta medida.
- Desglose de las inversiones (cotización). El desglosar las inversiones necesarias para implementar la medida de ahorro de energía.
- Evaluación económica. Dicha evaluación deberá contener al menos el cálculo del período de retorno de la inversión.

7.6 Elaborar el informe de la auditoría energética

El paso final es el de preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones del estudio de eficiencia eléctrica, haciendo énfasis en las oportunidades de ahorro de energía, y el plan de acción para implantarlas, conteniendo las bases y los pasos seguidos en el análisis.

Este informe también deberá de presentar todos los datos energéticos básicos de la planta en una forma consistente para que se puedan comparar con los parámetros energéticos de diferentes plantas.

8. Resultados de la auditoria eléctrica en el restaurante colonial.

8.1 Equipos que utilizan electricidad

LISTA DE APARATOS Y CONSUMO			
Aparatos electricos	Cantidad	Aparatos electricos	Cantidad
LUCES SPOTS	41	licuadora	2
Bombillos fluorescentes	44	batidora	1
Lamparas fluorescentes	5	maquina helado	1
Bujias amarillas	23	amazador de pan	1
motores	3	cafetera	1
microondas	3	procesadora	1
frezer	3	Pesa	1
aire acondicionados	3	percoladora	1
Mesa frias	5	camaras(sistema de alarma)	8
cuarto frio y congelacion	2	Modem de internet o raute	2
maquina hielo	1	computadoras	5
exhibidor coca	1	UPS	3
maquina café	1	Estabilizadores	2
maquina laba vajillas	1	Extensiones de toma	2
abanicos (ventiladores)	9	sensores de luz	3
mantenedoras	2	Luces de emergencia	
rebanadora	1	Calienta plato (Resistencia)	1
hornos	2	Mesa de salida (Resistencia)	1

8.2 Toma de datos en las instalaciones eléctricas

Se realizaron las mediciones en todos los **paneles existentes tanto principal como sub-paneles** con el objetivo de verificar los parámetros eléctricos tales como:

- Tensión entre fases, fases y neutro
- Corriente en cada fase
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Factor de potencia

Para la realización de estas mediciones y la obtención de los datos necesarios, se utilizó el Equipo Medidor de Factor de Potencia (corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente y factor de potencia).

A. Medición en el panel A

DIA		L1		L2			
TABLERO A							
1	PC caja	20	0	1,9	15	L. pasillo /baño	2
3	2 ventiladores	15	0	0,2	20	PC	4
5	L. amarillas	20	2,5	0,4	20	2 L. colgantes	6
7	1 ventilador	30	0,7	0,8	20	2 ventiladores	8
9	L. amarilla	20	2,1	0,3	20		10
11	PC UPS	20	0,1	0,2	20	L. spok	12
13	Spok	20	3,3	2,5	20	7 L. colgante	14
15	L. calle	20	5,1	0	30		16
17	Lava bajillas	40	22				18
19	Lava bajillas	40	22	0,2	20	T. pila	20
21							22
23							24
		35		29			

B. Medición en el panel B

DIA		L1		L2			
TABLERO B							
1	Aire cava vino	20	4,7	1,7	15	2 toma	2
3	Aire cava vino	15	4,7	0,5	20	Toma bodega	4
5	1 spok pasillo	20	0,3	0,4	20	2 ventiladores	6
7	T. cava vino	30	0,7	11,4	20	Maquina hielo	8
9	3 Toma bar	20	12,2	9,5	20	2 Lamp , T abajo y T arriba	10
11	1 spok baño	20	0,1	0	20		12
13	2 Toma y 1 Lamp	20	0,8	1,7	20	Máquina de café	14
15				1,7	30	Máquina de café	16
Medidos			17,1	18,8			
Según Balance			31	19			

Noche		L1		L2			
TABLERO B							
1	Aire cava vino	20	0,3	12	15	2 toma	2
3	Aire cava vino	15	0	0,2	20	2 Ventilad, Toma bodega	4
5	1 spok pasillo	20	0,5	0	20	2 ventiladores	6
7	T. cava vino	30	7,4	11,1	20	Maquina hielo	8
9	3 Toma bar	20	7,1	0,4	20	2 Lamp , T abajo y T arriba	10
11	1 spok baño	20	0,1	0			12
13	2 Toma y 1 Lamp	20	0,1	1,2	20	Máquina de café	14
15				1,2	30	Máquina de café	16
Medido		22		10			
Según Balance		22		20			

C. Medición en el panel C

TABLERO C									
DIA				L1		L2			
PANEL DE CUARTO F y CONGELACION									
2	CUARTO FRIO		30	14,8	0,7	20	Bombilla Parrilla		1
4	CUARTO FRIO		30	15,1		20	Luces cocina		3
6	CUARTO CONGELACION		30	12,8	5	20	Horno		5
8	CUARTO CONGELACION		30	12,4	0,6	15	luces C. Frio		7
				33,3	28,1				

NOCHE			L1	L2					
TABLERO C									
2	CUARTO FRIO	30	1,7	1,3	20	Bombilla Parrilla			1
4	CUARTO FRIO	30	1,6	0	20	Luces cocina			3
6	CUARTO CONGELACION	30	12,3	5,2	20	Horno			5
8	CUARTO CONGELACION	30	11,9	0,6	15	luces C. Frio			7
			20,5	14,1					

D. Medición en el panel General

Día			L1	L2			
Tablero General							
1	Cuarto frio y congelación	100	15	12,7	100	Alimentación Panel A y B	2
3	Cuarto frio y congelación	100	15	10,2	100	Alimentación Panel A y B	4
5	Extractor de cocina e Isla	30	0,5	1,9	30	Extractor Parrilla	6
7	Extractor de cocina e Isla	30	0,9	0,5	30	Extractor Parrilla	8
9				0,5	20	Extractor Cocina y Horno	10
11	Mesa de salida 3 tomas	30	0,5	1	20	Extractor Cocina y Horno	12
13	Mesa de helados y C. plato	20	0,5	1,2	30	Toma Microonda	14
15	Piso mesa fría	20	13	1,5	40	Toma bodega	16
17	Estante	20	0,5	1,6	20	Mesa fría y Calienta plato	18
19	Mesa parrilla(cámara)	20	0,9	1,2	20	Toma planta alta y UPS	20
21	Mesas frías cocina(3 tomas)	30	8	1,9	20	Toma PC oficina	22
23				1,9	20	Toma oficina P. Alta	24
25	L. plantas baja , cosí y baño	20	1	2,5	20	Luces P. Alta y Colgantes	26
27	L. plantas baja y bodega	30	1,2	1	20	Mesa fría móvil, piso horno	28
29							30
31							32
33				6,6	60	Toma 220	34
35	Toma Horno	30	0,6	5,7	60	Frízer 2 puerta	36
37	Toma Horno	30	0,6	1,6	20	Mesa rebanadora	38
39				7,2	20	Aire Acondicionado	40
41				8,2	20	Aire Acondicionado	42
Medidos			51,2	66,6			
Según Balance			62,3	64,8			

Noche

L1

L2

Tablero General							
1	Cuarto frio y congelación	100	26,5	35,2	100	Alimentación Panel A y B	2
3	Cuarto frio y congelación	100	30	28	100	Alimentación Panel A y B	4
5	Extractor de cocina e Isla	30	4,3	6,7	30	Extractor Parrilla	6
7	Extractor de cocina e Isla	30	9,3	4	30	Extractor Parrilla	8
9				1,5	20	Extractor Cocina y Horno	10
11	Mesa de salida 3 tomas	30	2,9	1,7	20	Extractor Cocina y Horno	12
13	Mesa de helados y Plato	20	2,9	18,1	30	Toma Microonda	14
15	Piso mesa fría	20	14,6	2,5	40	Toma bodega	16
17	Estante	20	0,8	7,1	20	Mesa fría y Calienta plato	18
19	Mesa parrilla(cámara)	20	1,8	1,3	20	Toma planta alta y UPS	20
21	Mesas frías cocina(2 tomas)	30	8	1,7	20	Toma PC oficina	22
23				2	20	Toma oficina P. Alta	24
25	L. plantas baja , cosí y baño	20	2,3	6,6	20	Luces P. Alta y Colgantes	26
27	L. plantas baja y bodega	30	1,3	0,2	20	Mesa fría móvil, piso horno	28
29							30
31							32
33				9,6	60	Frízer 2 puerta T 220	34
35	Toma Horno	30	8,1	5	60	Frízer 2 puerta T 220v	36
37	Toma Horno	30	8,2	7,1	20	Mesa rebanadora	38
39				2,1	20	Aire Acondicionado	40
41				1,6	20	Aire Acondicionado	42
	Medidos		100	127			

Según Balance 115 148

Los voltajes suministrados por la compañía están correctos.

115 Voltios entre L1 y N Tensión de fase

115 Voltios entre L2 y N Tensión de fase

230 Voltios entre L1 y L2 Tensión de línea

8.3 Consumo de Equipos según placa

Consumo según valores de Placa						
	Marca	MOD	V	IL1	KW	M.kw
Motores	WEG	1180STB0504		7	0,750	0,86
	MARATHON ELECTRIC	FQH 56C17D2074P	230	5	0,563	0,94
	MARATHON ELECTRIC	KQC 48S17D129BK		3,4	0,375	0,86
compresor						
ventilador			220		5,900	
resist de evaporador	Baco	MAC23/235ME				
ventilador de evaporador	Baco	MAC23/235ME				
compresor						
ventilador			220		5,900	
resist de evaporador	Baco	MAC23/235ME				
ventilador de evaporador	Baco	MAC23/235ME				
maquina lava vajillas	Hobart	Hobart H66	230	39,6	9,100	11
Maquina hielo	Scotsman	AC 176	115	12,6	1,449	1,45
Frezer 2 puertas	R404A	R404A	230	4,8	1,104	1,1
Ventilador					0,054	
Frezer vertical	Aspera	R404A	115	0,75	0,750	
ventilador					0,016	
Frezer coca cola	PTM	ENF G319D	115		0,871	
Aires acondicionado	Sin datos de placa	R134a	115		0,188	
	Sin datos de placa		230		2,162	
	Air Pro	APHWE024	230	12	2,600	3,6
motor maquina café			230	3,5	0,805	
Horno grande	Royal	RCOD-1	120	8	0,960	
Horno pequeño			230		3,048	
Microonda	amana	RCS10TS	120		1,000	1,5
	atlas	AMW010	110		0,900	1,45
	magic chef	MCM1110S-1	120		1,000	1,5

Rebanadora	torino	RB-300	115	2	0,248
Mesa fría	Cámara fría isla		115		0,750 0,759
	Sin Datos de placa		115		0,817
	Sin Datos de placa		115		0,851
	Sin Datos de placa		115		0,840
	Sin Datos de placa		115		0,840
Caliente plato (Resistencia)	Sin Datos de placa		115		0,408
Mesa de salida (Resistencia)	Sin Datos de placa		115		0,391
Licuadoras	vita mix corp		120	11,5	1,380
	Quantun		115	8,26	0,950
cafetera/percoladora			120	11,4	1,370
Procesadora	Kitchen Aid	KFP 7500B3	120	6,5	0,780
Mantenedora			115		1,403
Batidora		KSM 6573CCU2	120	3,04	0,350
Dispensador de agua fría			110	4,43	0,510
Máquina de Helado	Nemox		120	3	0,220
Computadoras			115		
			115		
			115		2,500
			115		
			115		
Ventiladores			115	1,02	1,06
Luces spock			115	0,43	0,4
Luces spock			115	0,17	0,66
Bombillas amarillas colg			115	0,35	0,36
bombillas amarillas columna			115	0,52	0,6
Luces de spiral grande f			115	0,74	0,68
Luces de spiral mediana f			115	0,39	0,09
Luces spiral Pequeña f			115	0,21	0,672
Lámparas fluorescentes			115	0,35	0,24
Luces de emergencia			115	0,17	0,1
					58,958

Los marcados en rojo son los equipos de mayor consumo.

8.4 Medición de consumo en los equipos

CONSUMO MEDIDO						
	Marca	# circuito	IL1	IL2	KW	Panel
Motores	WEG	5y7	9,3	4,3	1,564	P
	MARATHON ELECTRIC	6y8	4	6,7	1,2305	
	MARATHON ELECTRIC	10y12	1,7	1,5	0,368	
compresor		2y4	14,8	15,1	3,4385	C
ventilador		2y4				
resist de evaporador	Baco	2y4				
ventilador de evaporador	Baco	2y4				
compresor		6y8	12,8	12,4	2,898	C
ventilador		6y8				
resist de evaporador	Baco	6y8				
ventilador de evaporador	Baco	6y8				
maquina lava vajillas	Hobart	17y18	22	22	5,06	A
Maquina hielo	Scotsman	8		10,2	1,173	B
Frezer 2 puertas	R404A	34y 36	6	9,2	5,06	P
Ventilador						
Frezer vertical	Aspera	21		8	0,92	P
ventilador						
Frezer coca cola	PTM	2	7,57		0,8706	B
Aires acondicionado	Sin datos de placa	7		7,4	0,851	B
	Sin datos de placa	1y3	4,7	4,7	2,162	B
	Air Pro	40Y42	7,2	8,2	3,542	P
motor maquina café		14Y16	2	2	0,92	B
Horno grande	Royal	5	5,2		1,196	C
Horno pequeño		35y37	13,6	12,9	3,0475	P
Microonda	amana	21		8,6	1,032	P
	atlas	20	1,3		0,143	P
	magic chef	14		9,05	1,086	P

Rebanadora	torino	38		2	0,248	P
	Cámara fría isla	18		3,55	0,4083	P
	Sin Datos de placa	38		7,1	0,8165	P
Mesa fría	Sin Datos de placa	19	7,4		0,851	P
	Sin Datos de placa	15	7,3		0,84	P
	Sin Datos de placa	15	7,3		0,84	P
Caliente plato (Resistencia)	Sin Datos de placa	18		3,55	0,4083	P
Mesa de salida (Resistencia)	Sin Datos de placa	13		3,4	0,391	P
Licadoras	vita mix corp	13	11,500		1,380	B
	Quantun	16		9,05	0,950	P
cafetera/percoladora		13	11,417		1,370	13
Procesadora	Kitchen Aid	38		5,1	0,780	P
Mantenedora		9	12,2		1,403	B
Batidora		16	2,5		0,350	P
Dispensador de agua fría		2	4,43		0,510	B
Máquina de Helado	Nemox	16	3		0,220	p
		22		1,9	0,2185	P
		24	2		0,23	P
Computadoras		1	2		0,23	A
		11		2	0,23	A
		11		2	0,23	A
Ventiladores		3,7,8A	2,04	7,14	1,06	4,6B
Luces spock		15		3,48	0,4	A
Luces spock		7,13,12	5,7391		0,66	A
Bombillas amarillas colg		14	3,1304		0,36	A
bombillas amarillas columna		5,9	5,2174		0,6	A
Luces de spiral grande f		26		5,91	0,68	P
Luces de spiral mediana f		25			0,09	P
Lucessiral Pequeña f		25,26,27P			0,672	1Y3C
Lámparas fluorescentes		26P		2,09	0,24	10Y13B
Luces de emergencia		27	0,8696		0,1	P
			200,21	200,52	54,323	

8.5 Análisis de resultados

A. Mediciones de Fase

Las mediciones de las corrientes de Fase en el **DÍA** en horarios de 11:00 am -2:00 pm

L1 = 51,2 Amperios

L2 = 66,6 Amperios

Para un consumo de:

14.75 KW

8.2 KVAR

16.75 KVA

FP = 0.88

Las mediciones de las corrientes de Fase en la **NOCHE** en horarios de 6:00 pm -8:00 pm:

L1 = 100 Amperios

L2 = 127 Amperios

Para un consumo de:

22.7 KW

10.92 KVAR

25.03 KVA

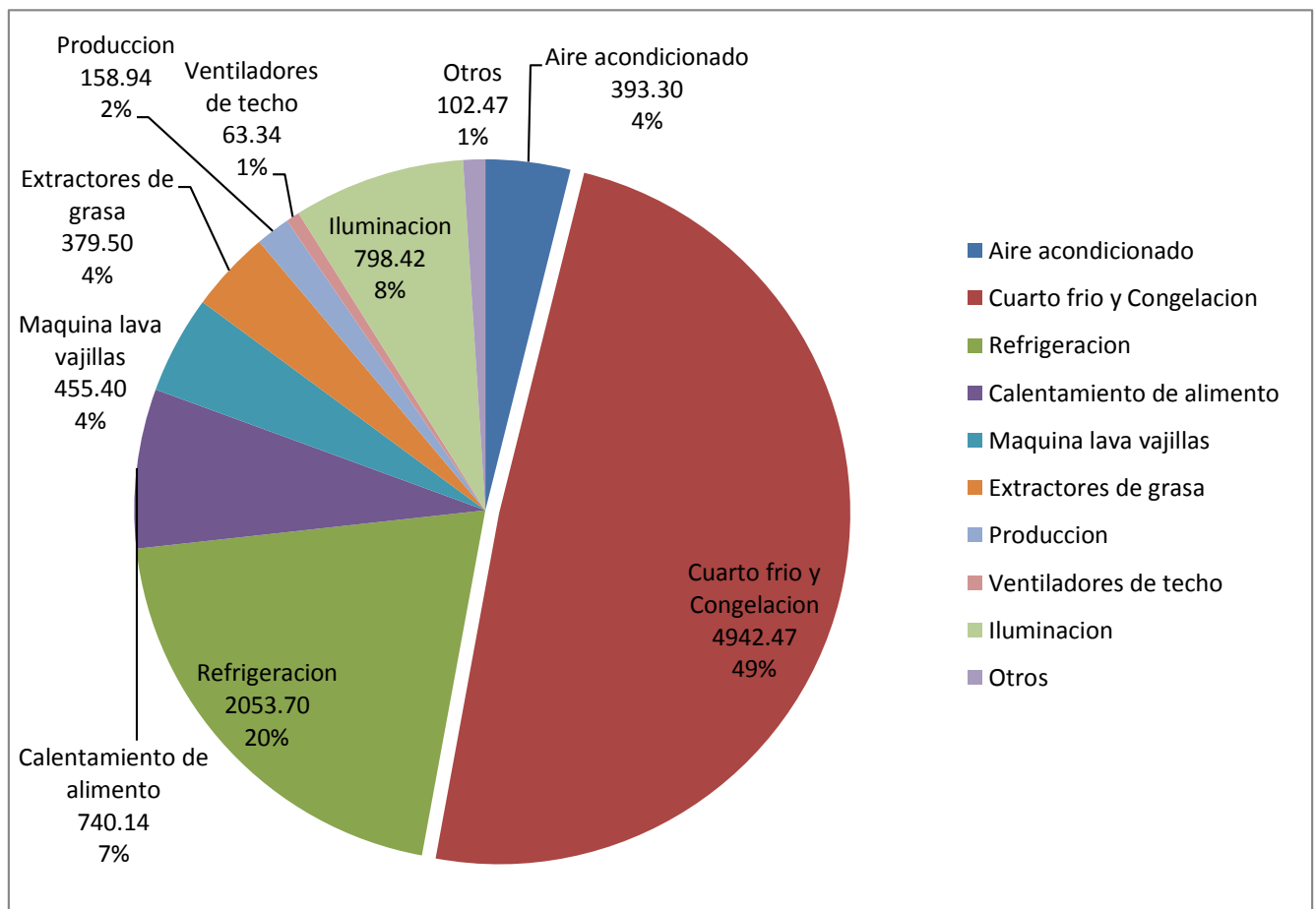
FP = 0.9

La máxima demanda medida es 22.7 KW y según Factura energética aparece 25kw es bastante acertado.

B. Distribución de consumo

El consumo general en KWh (10,087.67) al mes se distribuye de la siguiente forma según su Utilización:

Aire acondicionado	3 aires acondicionado
Cuarto frio y Congelación	Cuarto frio y congelación
Refrigeración	Frízeres , mantenedoras , mesas frías ,dispensador agua
Calentamiento de alimento	Hornos , microondas , mesa caliente planto
Maquina lava vajillas	Maquina lava vajillas
Extractores de grasa	3 motores extractores
Producción	Licuadaora, procesadora , rebanadora ,percoladora, batidora
Ventiladores de techo	9 ventiladores de techo
Iluminación	Luces
Otros	UPS



C. Fallas detectadas

- Los 3 motores para extracción de grasa con fuente de voltaje de 230 voltios y 2 fases tienen un solo interruptor para 1 fase habiendo :
 - Pérdida innecesaria de energía
 - Daños a la bobina del motor
 - Una fase consume más corriente que la otra .
- El cuarto de Congelación pasa encendido todo el tiempo
 - Mayor consumo de energía
 - Evaporador es de mayor capacidad (23 m^3) y el cuarto de congelación es de 14.55 m^3 por lo tanto lo descongela con mayor rapidez).
- Desbalance de corriente entre fase en el Tablero principal.
 - Ocasiona recalentamiento más en la fase L2 que en L1
- Maquina lava vajillas utilizarla con su capacidad ya que tiene un alto consumo
- Alta consumo mensual en iluminación

9. Conclusiones y recomendaciones

A. Conclusiones

En la auditoria eléctrica realizada en el restaurante se logró constatar las oportunidades de ahorro de energía dando la posibilidad de ahorros significativos anuales en equipos como: Cuartos fríos de refrigeración, Aire acondicionado, motores eléctricos e Iluminación gracias a los datos históricos de consumo y las mediciones de campo en cada uno de los equipos estudiado.

Según la hipótesis planteada: "Se puede realizar una auditoria eléctrica en una pequeña o mediana empresa que permita visualizar las oportunidades de áreas de ahorro de energía en la misma ", en el caso del restaurante colonial si resulta necesario la implementación de pequeños proyectos que permitan ahorrar energía y además hacer una buena administración de la misma.

Se identificaron cuatro sectores para ahorro potencial de energía

1. Cuartos fríos
2. Aire acondicionado
 - a. Apagar el aire acondicionado cuando no se trabaja
 - b. Sustitución de equipos de climatización
3. Motores eléctricos
 - a. Sustitución de motores con bajo factor de carga
 - b. Cambio de motor de eficiencia estándar a Premium
4. Iluminación
 - a. Eliminar alumbrado innecesario
 - b. Reducción de consumo por reemplazo por bujías led.

Para finalizar se realizan recomendaciones de alternativas de proyecto para el ahorro de la energía en el restaurante.

B. Recomendaciones

- En el caso de los Motores de extracción de Grasa ubicar un interruptor 230v para 2 Fases.
 - En el cuarto de congelación se tiene 2 opciones
 - Sustituir evaporadores de menor capacidad
 - Dejar un solo cuarto y pasarle frio al otro por medio de una ventana
 - Se regulo TERMOSTATO del cuarto de congelación.
- IMPORTANTE: No estar moviendo el termostato o cambiando de temperatura ya que se descontrola provocando un mayor consumo.
- En horas picos evitar tener abierto el cuarto frio.

Según la distribuidora

La potencia a facturar será la máxima medición registrada durante cada período del mes

4. Definición de los periodos:

4.1 Período punta: Se define como período punta al comprendido entre las 10:01 y las 12:30 horas y entre las 17:31 y las 20:00 horas, es decir, 5 horas del día. Se facturará la máxima medición de potencia registrada durante el mes.

4.2 Período valle: período comprendido entre las 6:01 y las 10:00 horas y entre las 12:31 y las 17:30 horas, es decir, 9 horas del día. Se facturará la máxima medición de potencia registrada durante el mes.

4.3 Período nocturno: Se define como período nocturno al comprendido entre las 20:01 y las 6:00 horas del día siguiente, es decir, 10 horas del día. Se facturará la máxima medición de potencia registrada durante el mes.

-
- Sustitución de luminarias fluorescente e incandescente por Leeds.

	Watts		
Luces spock	8	20	0,16
Luces spock	33	12	0,396
Bombillas amarillas colg	9	8	0,072
bombillas amarillas columnna	10	8	0,08
Luces de spiral grande f	8	12	0,096
Luces de spiral mediana f	2	12	0,024
Lucessiral Pequeña f	28	6	0,168
Lámparas fluorescentes	6	40	0,24
Luces de emergencia	5	20	0,1
			1,336

Pasaría de 3.8 KWh/ a 1.336 KWh

- La única forma de reducir la energía consumida es utilizando lo menos posible los artefactos eléctricos.
- Revisar el freezer de 2 puertas tiene un bajo factor de potencia

10. Bibliografía

1. Comision de Comunidades Europeas. (2005). Libro Verde de la Comisión Europea. En C. d. Europeas, Sobre la eficiencia energética; cómo hacer más con menos.
2. Energylab, Golder Associates. (2008). Eficiencia Energética en el Sector de los Áridos. Estudio Sectorial, Vigo.
3. Esteban, L., Feijoó, M., & Hernández, J. (2002). Eficiencia energética y regulación de la industria ante el cambio climático. Zaragoza: Dept.de Ánlisis Economico Universidad de Zaragoza.
4. IDAE. (2009). Guía práctica de la energía, consumo eficiente y responsable.
5. Manual de procedimientos para el uso eficiente de la energía en la industria y el comercio. Comisión de energéticos México, 1977.
6. Investigación del Buró de eficiencia energética de la India.
http://beeindia.in/content.php?page=miscellaneous/useful_download.php
7. Programa de eficiencia energética , ministerio de economía de la republica del salvador banco interamericano de desarrollo CT No ATN/OC-11265E
8. Nassir Sapag Chain . Preparación y Evaluación de Proyectos 2da Edición.
9. Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la Investigación. Editorial, MCGRAW HILL.
10. Compendio de opciones de eficiencia energética, elaborado por CPmL-N. Managua, Nicaragua 2010.